



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL

CURSO DE AGRONOMIA

**CURVA CINÉTICA DE CARBOIDRATOS DE GRÃOS DE MILHO VERDE
CULTIVADO SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

LUCAS RODRIGUES GOMES

AREIA-PB

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL

CURSO DE AGRONOMIA

**CURVA CINÉTICA DE CARBOIDRATOS DE GRÃOS DE MILHO VERDE
CULTIVADO SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

LUCAS RODRIGUES GOMES

Orientadora: Márcia Roseane Targino de Oliveira

AREIA-PB

2018

LUCAS RODRIGUES GOMES

**CURVA CINÉTICA DE CARBOIDRATOS DE GRÃOS DE MILHO VERDE
CULTIVADO SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso em
Agronomia apresentado á Universidade
Federal da Paraíba em cumprimento as
exigências para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo

ORIENTADORA: Prof. Dr. Márcia Roseane Targino de Oliveira

AREIA-PB

2018

Catálogo na publicação
Seção de catalogação e classificação

G633c Gomes, Lucas Rodrigues.

Curva cinética de carboidratos de grãos de milho verde cultivado
sob adubação nitrogenada e potássica / Lucas
Rodrigues Gomes. - João Pessoa, 2019.
35 f.

Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. milho verde; agroindustrialização. I. Título

UFPB/CCA-AREIA

LUCAS RODRIGUES GOMES

**CURVA CINÉTICA DE CARBOIDRATOS DE GRÃOS DE MILHO VERDE
CULTIVADO SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

APROVADO EM: ____ / ____ / 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Márcia Roseane Targino de Oliveira
DSER/CCA/UFPB
ORIENTADORA

Helton de Souza Silva – Mestrando
PPGCS/CCA/UFPB
EXAMINADOR

Raphael Silva Jovino - Mestrando
PPGA/CCA/UFPB
EXAMINADOR

DEDICO

Aos meus pais José Nivaldo e Dinalva Rodrigues, por todo amor e incentivo que me deram durante essa jornada, e por sempre me incentivarem a nunca desistir.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios dos teores de umidade (%) de grãos de milho híbrido (AG 1051) cultivado sob diferentes doses de N e K.....	21
Tabela 2. Valores médios dos teores de glicose (%) de grãos de milho híbrido (AG 1051) cultivado sob diferentes doses de N e K.....	23
Tabela 3. Valores médios dos teores de amido (%) de grãos de milho híbrido (AG 1051) cultivado sob diferentes doses de N e K.....	25

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática da distribuição dos tratamentos na área experimental.....	18
Figura 2. Variação dos teores de umidade (%) em milho híbrido (AG1051), cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio.....	22
Figura 3. Variação dos teores de glicose (%) em milho híbrido (AG1051), cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio.....	24
Figura 4. Variação dos teores de amido (%) em milho híbrido (AG1051), cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1 Generalidades do milho.....	10
2.2 Necessidades nutricionais	11
2.3 Funções alimentares	13
2.4 Cinética química.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Material de pesquisa.....	16
3.2 Origem do material de pesquisa	16
3.3 Amostragens laboratoriais.....	18
3.4 Glicose.....	19
3.5 Amido.....	19
3.6 Umidade	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1 Umidade	20
4.2 Glicose.....	22
4.3 Amido.....	24
5. CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS	27

RESUMO

Depois do nitrogênio, o potássio é o elemento absorvido em maiores quantidades pela cultura do milho, sendo que, em média, 30% são exportados nos grãos. Na produção de cultivares de milho híbrido para colheita no estágio verde deseja-se dentre outros fatores, a permanência do ponto de colheita das espigas por um período mais longo e equilíbrio entre teores de açúcar e amido, para que os grãos mantenham suas características de sabor adocicado e maciez. Portanto, com esse trabalho objetivou-se estudar a cinética dos carboidratos dos grãos de milho cultivado sob adubação potássica e nitrogenada. A amostra utilizada para a obtenção da curva cinética de glicose e amido foi composta por grãos de milho verde retirados de 5 espigas colhidas aleatoriamente nas primeiras horas da manhã, oriundos de um cultivo experimental, utilizando três diferentes doses de adubação nitrogenada e potássica. As espigas foram acondicionadas em sacos plásticos com identificação correspondente ao tratamento de origem e conduzidas ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários (LTPA) do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFPB. Nos tratamentos analisados a umidade no momento da colheita variou de 91,31 a 26,52%, o que revela grande redução da umidade no grão dentro do tempo avaliado (64,79%). Os resultados também apontam que a colheita do milho aos 72 dias de cultivo para o T1 é o ideal quando se quer obter milho verde, pois foi o período em que os grãos apresentaram seu maior índice de glicose. Enquanto que para os tratamentos T2 e T3, o tempo de colheita ideal foi aos 85 dias de cultivo, quando se obteve 3,07 e 3,10% de glicose, respectivamente. Pode-se observar que houve um aumento linear dos teores de amido em todos os tratamentos dentro do tempo de avaliação, valendo ressaltar ainda que a deposição de amido aumentou com a evolução da maturação, de forma que as reações de transformações de açúcares pudessem ser observadas. Pode-se concluir que a cinética da conversão de glicose em amido no milho verde AG 1051 não foi influenciada pela adubação nitrogenada e potássica. O estudo também demonstrou total conversão da glicose (açúcar redutor) em amido, ao longo dos 128 dias de cultivo.

Palavras-chave: *Zea mays L.*; milho verde; agricultura familiar; agroindustrialização.

ABSTRACT

After nitrogen, potassium is the element absorbed in greater quantities by the maize crop, with an average of 30% being exported to the grains. In the production of hybrid maize cultivars for harvest in the green stage, it is desired, among other factors, the permanence of the harvesting point of the spikes for a longer period and balance between sugar and starch contents, so that the grains retain their flavor characteristics sweet and tender. Therefore, this work aimed to study the kinetics of carbohydrates of maize grains grown under potassium and nitrogen fertilization. The sample used to obtain the glucose and starch kinetic curve was composed of green corn kernels collected from 5 ears harvested in the first hours of the morning from an experimental culture using three different doses of nitrogen and potassium fertilization. The ears were stored in plastic bags with identification corresponding to the original treatment and were taken to the Laboratory of Technology of Agricultural Products (LTPA) of the Department of Soils and Rural Engineering of the Center of Agricultural Sciences (CCA) of the UFPB. In the analyzed treatments the humidity at the time of harvest ranged from 91.31 to 26.52%, which reveals a great reduction of moisture in the grain within the evaluated time (64.79%). The results also indicate that the harvest of corn at 72 days of cultivation for the T1 is the ideal when it is desired to obtain green corn, since it was the period in which the grains presented their highest glucose index. While for T2 and T3 treatments, the ideal harvest time was at 85 days of cultivation, when 3.07 and 3.10% of glucose were obtained, respectively. It can be observed that there was a linear increase of the starch contents in all treatments within the time of evaluation, and it is worth mentioning that the starch deposition increased with the evolution of the maturation, so that the reactions of sugar transformations could be observed. It can be concluded that the kinetics of the conversion of glucose to starch in the green maize AG 1051 was not influenced by nitrogen and potassium fertilization. The study also demonstrated total conversion of glucose (reducing sugar) to starch, during the 128 days of cultivation.

Keywords: *Zea mays L.*; green corn; family farming; agroindustrialization.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de ciclo anual cultivada em diversas partes do mundo, devido ao seu elevado potencial produtivo e boas características nutricionais (Duarte, 2004; Farinelli & Lemos, 2010). Sua importância econômica é caracterizada pelas diversas formas de utilização, podendo ser consumido “in natura” ou processado.

Esta cultura remove grandes quantidades de nitrogênio e usualmente requer o uso de adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo, quando se desejam produtividades elevadas. Resultados de experimentos conduzidos no Brasil, sob diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, mostram respostas generalizadas da cultura à adubação nitrogenada. Em geral, 70 a 90 % dos ensaios de adubação com milho, realizados em campos no Brasil, apresentaram respostas à aplicação de nitrogênio (VIEIRA, 2017).

No milho, o nitrogênio (N) e o potássio (K) são extraídos e juntamente com o fósforo (P) são exportados nos grãos em grandes quantidades. Mais da metade da quantidade total de N e P, acumulados na matéria seca da parte aérea das plantas de milho encontram-se nos grãos. Esta é uma das culturas mais exigentes em fertilizantes para expressar seu potencial produtivo, especialmente os nitrogenados, os potássicos e os fosfatados. A adubação nitrogenada influencia não só a produtividade, mas também a qualidade do produto em consequência da alteração no teor de proteína nos grãos de milho (ZHANG *et al.*, 1994).

As recomendações atuais para a adubação nitrogenada em cobertura são realizadas com base em curvas de resposta, histórico da área e produtividade esperada. A recomendação da adubação nitrogenada em cobertura para a cultura do milho de sequeiro, de modo geral, varia de 40 a 80 kg ha⁻¹ de N. Em agricultura irrigada, em que prevalece o uso de alta tecnologia, para a obtenção de elevadas produtividades, essa recomendação seria insuficiente. Nessas condições, doses de nitrogênio variando de 100 a 150 kg ha⁻¹ de N podem ser necessárias para a obtenção de elevadas produtividades (VIEIRA, 2017).

A umidade é determinante da época de colheita para o milho verde e teores variando entre 70 e 80% são recomendados para que se mantenha a qualidade pós-colheita dos grãos, até mesmo quando se trata de cultivares indicadas para esta finalidade, como é o caso do milho híbrido AG 1051 (KAYS, 1991; PEREIRA FILHO *et al.*, 2013; CANIATTO *et al.*, 2007). Esta constitui uma das principais diferenças que caracterizam os estágios de maturação e direciona as suas variadas funções alimentares, considerando que podem ser utilizados para

consumo na forma de espigas assadas e/ou cozidas, grãos em conservas, como matéria prima básica da agroindústria artesanal da pamonha e canjica (curau).

Segundo Pereira Filho et al (2013) a recomendação de cultivares de milho apropriadas para consumo no estágio verde, tem motivado o estudo de seus atributos químicos, o que pode facilitar a escolha de cultivares pelos produtores. Grande parte das substâncias ligadas à qualidade nutricional dos alimentos é fixada geneticamente, mas fatores externos podem influenciar a sua presença nos vegetais, como por exemplo, o manejo do solo, incluindo a adubação.

Os grãos de milho quando no estágio verde (Estádio R3, Grãos Leitosos), estão no início da transformação dos açúcares em amido, que coincide com o processo de translocação dos fotoassimilados presentes nas folhas e no colmo da planta para as espigas e grãos em formação, resultando esses dois processos em acumulação e incremento da matéria seca (MAGALHÃES, 2006). Nesse contexto, objetivou-se com esse trabalho analisar os teores de glicose e amido nos grãos de milho verde, bem como seus comportamentos (cinética) ao longo do período de desenvolvimento e maturação no campo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aspectos gerais do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma monocotiledônea pertencente à família das Poaceae, gênero *Zea*, cientificamente denominado *Zea mays* L., teve origem nas Américas, possivelmente no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos. Logo depois do descobrimento o milho foi levado para a Europa onde foi cultivado em jardins até que seu valor alimentício tornou-se conhecido. Desde então passou a ser plantado em escala comercial e difundiu-se pelo mundo, da latitude de 58° norte (União Soviética) até 40° sul (Argentina) (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004; FORNASIERI-FILHO, 2007). É uma gramínea anual pertencente ao grupo de plantas do tipo C4 e possui ampla adaptação climática. Tem sua máxima produtividade expressa em condições de temperaturas elevadas e de alta radiação solar incidente, além de suprimento hídrico adequado durante seu ciclo produtivo (KUNTZ, 2005). É uma espécie diplóide e alógama. Na segunda metade do século XX, a partir do desenvolvimento de variedades e híbridos, aumentou significativamente sua produtividade e qualidade. A espiga sofreu evolução desde seu primeiro processo de aprimoramento ainda no

México pré-histórico. É a planta cultivada que atingiu o mais elevado estágio de domesticação, uma vez que não sobrevive sem a interferência do homem (PATERNIANI; CAMPOS, 2009).

Em tempos remotos, a cultura do milho era frequentemente cultivada em consórcio com o feijão, classificando essa produção como de subsistência. No entanto, tem-se observado mudanças na produção deste cereal, estando mais associado a cultivos comerciais, como a soja, assim como a utilização de tecnologias mais avançadas, como a mecanização e o uso intensivo de insumos no processo produtivo. As condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro permitem o cultivo do milho sob toda a sua extensão, em uma gama considerável de diferentes condições ambientais e diferentes sistemas de produção (CARVALHO et al, 2010).

2.2 Aspectos nutricionais

As necessidades nutricionais de qualquer planta são determinadas pela quantidade de nutrientes que esta extrai durante o seu ciclo. Esta extração total dependerá, portanto, do rendimento obtido e da concentração de nutrientes nos grãos e na palha (COELHO; FRANÇA, 1995).

Segundo Arnon (1975), as exigências nutricionais no milho variam consideravelmente com os diferentes estágios de desenvolvimento da planta, sendo mínimas nos estágios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento e alcança um pico durante o período compreendido entre o início do florescimento e o início de formação dos grãos. O acúmulo diferencial de nutrientes também varia de acordo com o estágio de maturação, nível e disponibilidade dos nutrientes no solo, do clima, do cultivar e do sistema de cultivo. Desse modo, a disponibilidade de nutrientes no solo pode influenciar a composição química dos grãos de forma que possa melhorar a sua qualidade nutricional, afetando desde o vigor das sementes até o potencial de armazenamento de grãos (ANDREOTTI *et al.*, 2000; COELHO *et al.*, 2002).

No Brasil, dentre os principais fatores que contribuem para a baixa produtividade do milho, destacam-se o clima, o potencial genético e o manejo de nutrientes e pragas. Considera-se que a fertilidade do solo seja um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade de áreas destinadas tanto à produção de grãos como de forragem. Este fato não se deve apenas aos baixos teores de nutrientes presentes nos solos, mas, também, ao uso inadequado de adubações, principalmente com N e K. (VALDERRAMA et al., 2011).

Resultados experimentais obtidos por diversos autores, sobre diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, mostram respostas generalizadas do milho à adubação nitrogenada; cerca de 70% a 90% dos ensaios de adubação com milho, realizados em campo, no Brasil, são responsivos à aplicação de nitrogênio. Contudo, ressalta-se que a eficiência da adubação depende, dentre outros fatores, das condições climáticas, do tipo de solo e da capacidade de extração de nutrientes pelas plantas durante o cultivo (NEUMANN et al., 2005).

Segundo Coelho & França (2009), a cultura do milho apresenta grandes diferenças no uso de fertilizantes entre as várias regiões do País. Ressalta-se, ainda, o cultivo de milho em áreas irrigadas, que permite incrementos na produção, sem aumentar a área cultivada, pois ameniza um dos principais fatores de limitação da produtividade de grãos das culturas, que é a falta de água (CHRISTOFIDIS, 2002).

Para que possa expressar todo seu potencial produtivo, a cultura do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas, em virtude da grande extração de nutrientes do solo. Nesse sentido, o nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura, variando as recomendações da adubação nitrogenada em cobertura em cultivo de sequeiro para altas produtividades de 50 a 90 kg ha⁻¹ de N e, para cultivo irrigado, de 120 a 150 kg ha⁻¹, sendo considerado o nutriente que mais influencia na produtividade de grãos e o que mais onera o custo de produção da cultura do milho (AMARAL FILHO et al., 2005).

Depois do nitrogênio, o potássio é o elemento absorvido em maiores quantidades pela cultura, sendo que, em média, 30% são exportados nos grãos. Até pouco tempo, as respostas ao potássio, em ensaios de campo com o milho, eram menos frequentes e mais modestas que aquelas observadas para fósforo e nitrogênio, devido principalmente aos baixos níveis de produtividade obtidos.

No tocante a adubação potássica, vale destacar que apesar do potássio não fazer parte de nenhum composto orgânico dentro da planta é importante na síntese e metabolismo de carboidratos, como a fotossíntese e a respiração, formação de frutos, translocação de metais pesados, como por exemplo, o ferro, e no balanço hídrico. Além de ativar as enzimas e controlar suas velocidades de reação, melhorando a qualidade dos produtos, e consequentemente, seu valor nutricional (TAKASU et al., 2012).

Esse elemento químico é o segundo absorvido em maiores quantidades pela cultura do milho, sendo que 30% são exportados para os grãos. No entanto, até pouco tempo, as respostas ao potássio obtidas em ensaios de campo com o milho eram, em geral, menos

frequentes e mais modestas que aquelas observadas para fósforo e nitrogênio, devido principalmente aos baixos níveis de produtividade obtidas (COELHO & FRANÇA, 2009).

Segundo Stipp & Yamada (1988), a absorção de potássio pelas plantas de milho é mais intensa no período que antecede o embonecamento, sendo que 70% do potássio requerido pelas plantas é absorvida neste período. Porém a absorção de nutrientes até o final do ciclo da planta é importante para compensar as perdas excessivas que ocorrem nas folhas pela translocação dos mesmos para os grãos.

Sendo assim, a necessidade de se determinar as doses corretas de nutrientes para as culturas a nível local, associado à crescente elevação de custos econômicos pelo uso dos insumos, tem suscitado estudos para determinar a quantidade que proporciona a máxima receita líquida da produção agrícola, levando ao desenvolvimento de formas alternativas de produção que proporcione menor impacto ambiental e menores custos de produção, com maior sustentabilidade para o agronegócio (OLIVEIRA et al., 2012).

2.3 Funções alimentares

O grão do milho tem composição média de 60% de carboidratos, 10% de proteína, 4% de lipídios, o restante de minerais e vitaminas (FORNASIERI-FILHO, 2007), sendo que a proteína é constituída por albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004; FORNASIERIFILHO, 2007). Essa constituição propicia que esse cereal seja utilizado para alimentação animal na forma “in natura”, como forragem conservada para o período de seca, na fabricação de farelos e também na alimentação humana, na forma de amido, farinhas e óleo, além de participar como matéria prima de mais de 500 produtos (PONCIANO et al., 2003).

O principal carboidrato encontrado na semente de milho é o amido, que perfaz mais de 70% do grão, composto de 27% de amilose e de 73% de amilopectina sendo, portanto, de alta digestibilidade. Os carboidratos são os constituintes bioquímicos mais abundantes nos vegetais, chegando a representar 50 a 80% do seu peso seco total. Eles são importantes fontes de energia e compõem a parte estrutural das células (KAYS, 1991). A biossíntese do amido ocorre no interior dos cloroplastos e amiloplastos onde estão localizadas enzimas que catalisam a síntese de polímeros, utilizando como material básico a glicose produzida na fotossíntese (GALLIARD; BOWLER, 1987). De um modo geral os grânulos de amido têm sua estrutura e propriedades funcionais alteradas durante o desenvolvimento da planta (BANKS; GREENWOOD, 1975). Nos grãos de milho, o teor de açúcares redutores é maior

nos primeiros estágios de amadurecimento e com o avanço da maturação promove a conversão de maior parte dos açúcares livres em amido (CREECH, 1968; KAYS, 1991).

O amido e seus derivados são utilizados na alimentação para a produção de biscoitos, pães, macarrão, pós para pudim, fermento em pó, produtos farmacêuticos, balas, doces, compotas, sorvetes, bebidas (cervejas, refrigerantes, uísque), sopas, achocolatados, aromas, essências e embutidos. Na indústria não alimentícia são utilizados na fabricação de papel, papelão, tecidos, adesivos, fitas gomadas, peças de fundição e mineração. Os produtos derivados do processamento do grão de milho podem seguir diretamente para o comércio atacadista e varejista, atingindo assim o consumidor final, ou então serem direcionados a outros segmentos industriais onde fazem parte na composição de outros produtos, integrando-se assim no fluxo de outras cadeias produtivas (GERAGE et al. 1998).

Na produção de cultivares de milho híbrido para colheita no estágio verde deseja-se dentre outros fatores, a permanência do ponto de colheita (grãos leitosos) das espigas por um período mais longo e equilíbrio entre teores de açúcar e amido para que os grãos mantenham suas características de sabor adocicado e maciez (BOTTINI et al, 1995).

Os grãos de milho, quando no estágio verde (Estádio R3, Grãos Leitosos), estão no início da transformação dos açúcares em amido, que coincide com o processo de translocação dos fotoassimilados presentes nas folhas e no colmo da planta para as espigas e grãos em formação, resultando esses dois processos em acumulação e incremento da matéria seca (MAGALHÃES, 2006).

O cultivo de milho destinado à produção de milho verde vem aumentando de forma significativa, em função de sua lucratividade, visto que, na forma de grãos verdes, o valor de comercialização é maior, quando comparado com o milho na forma de grãos secos. Além disso, a sua produção absorve, principalmente, mão-de-obra familiar, que contribui para a geração de empregos em pequenas e medias propriedades, particularmente na época da colheita, que é realizada de forma manual (CRUZ et al., 2006).

A crescente demanda de milho verde de qualidade levou as empresas produtoras de sementes de milho para grãos a desenvolver cultivares que atendam as exigências do mercado consumidor quanto a características como: grãos dentados amarelos, espigas grandes e cilíndricas, boa granação, pericarpo delicado e bem empalhado, com longevidade de colheita. Os híbridos são mais homogêneos, o que possibilita a maior eficiência na aplicação de tecnologias, como o uso de maquinários, e a maior homogeneidade do produto final. O AG 1051 é um híbrido diferenciado por ser líder no mercado de produção de milho verde e pamonha. Possui excelente sistema radicular e amplitude de época de plantio. Através de

estudos realizados por Alves et al. (2004), concluiu-se que o híbrido AG 1051 é o mais indicado para o mercado de pamonharias, pois apresentou características desejáveis como produtividade, alta capacidade de produção de massa e baixa produção de quirela. Sendo tais atributos dependentes do ponto de colheita que deve ser com umidade entre 60 e 70% (FILHO et al., 2011).

Uma das vantagens proeminentes desta cultura é que pode ser colhido em estágio de maturação verde, o que permite ser comercializado para consumo na forma de conserva que vai servir como ingredientes na elaboração de diversos produtos da culinária brasileira (sorvetes, saladas, etc.); através das espigas assadas e/ou cozidas e principalmente como matéria prima básica da agroindústria artesanal da pamonha e canjica (curau). Por conta disso, o milho verde é comercializado em todo Brasil, contribuindo para a geração de empregos em pequenas e médias propriedades, especialmente na época da colheita que pode ser realizada de forma manual (CRUZ et al., 2006; SANTOS et. al., 2005).

Em estudo realizado por Gonçalves et al (2012), a cultivar AG 1051 apresentou características favoráveis para o cultivo e comercialização na forma de milho verde, onde a melhor época para colheita situou-se no período entre 69 a 91 dias após a germinação.

2.4 Cinética química

A cinética química é o estudo das velocidades e mecanismos das reações químicas. A velocidade de uma reação é a medida da rapidez com que se formam os produtos e se consomem os reagentes. O mecanismo de uma reação consiste na descrição detalhada da sequência de etapas individuais que conduzem os reagentes aos produtos (Russell, 1994).

Como as reações envolvem a quebra e a formação de ligações, as respectivas dependem da natureza dos reagentes em si. Entretanto existem quatro fatores que permitem a variação das velocidades nas quais reações específicas ocorram (Brown, 2005):

1. *O estado físico dos reagentes*: Os reagentes devem entrar em contato para que reajam. Quanto mais rapidamente as moléculas se chocam, mais rapidamente elas reagem. A maioria das reações que consideramos é homogênea, envolvendo gases ou soluções líquidas. Quando os reagentes estão em fases diferentes, como quando um é gás e o outro é sólido, a reação está limitada à área de contato. Portanto, as reações que envolvem sólidos tendem a prosseguir mais rapidamente se a área superficial do sólido for aumentada.
2. *As concentrações dos reagentes*: A maioria das reações químicas prossegue mais rapidamente se a concentração de um ou mais dos reagentes é aumentada. À medida que a concentração

aumenta, a frequência com a qual as moléculas se chocam também o faz, levando a um aumento das velocidades.

3. *A temperatura na qual a reação ocorre:* As velocidades de reações químicas aumentam conforme a temperatura aumenta. O aumento da temperatura faz aumentar as energias cinéticas das moléculas. À proporção que as moléculas movem-se mais velozmente, elas se chocam com mais frequência e também com energia mais alta, ocasionando aumento de suas velocidades.
4. *A presença de um catalisador:* Os catalisadores são agentes que aumentam as velocidades de reação sem serem usados. Eles afetam os tipos de colisões (o mecanismo) que levam à reação.

A primeira teoria bem-sucedida de velocidades de reagentes de reação foi desenvolvida com base na teoria cinética dos gases. Esta teoria admite que para ocorrer uma reação entre moléculas de gás, é necessário que estas moléculas colidam entre si. (Russell, 1994)

Quanto maior o número de colisões por segundo, maior a velocidade da reação. Para que reajam, as moléculas que colidem devem ter energia cinética total igual ou maior que um valor mínimo. A energia mínima necessária para iniciar uma reação é chamada de *energia de ativação*. (Brown, 2005)

A velocidade de uma reação geralmente depende de algum modo, da concentração de um ou mais reagentes, mas também das concentrações dos produtos, ou mesmo de substâncias que não aparecem na equação da reação global (Russell, 1994).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material de pesquisa

O material de pesquisa foi constituído por grãos de milho híbrido (AG 1051) em estágio imaturo, oriundos de espigas colhidas manualmente a partir do 72º dia até o 128º dia após o plantio. Foram realizadas quatro coletas com intervalos de 15 dias.

3.2 Origem do material de pesquisa

As sementes do milho foram semeadas em uma área experimental localizada na Chã de Jardim, pertencente à Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia - PB. O solo da área é um latossolo amarelo distrófico e, no campo, seguiu um delineamento experimental em blocos casualizados com 11 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial conforme a matriz Plan Puebla III (ALVAREZ V, 1985), constituindo

uma combinação de cinco doses de Nitrogênio, na forma de Ureia (5; 30; 50; 70 e 95 Kg há⁻¹) e cinco doses de Potássio, na forma de Cloreto de Potássio (4; 24; 40; 56 e 76 Kg há⁻¹) acrescido de uma testemunha absoluta (sem adubação) (Quadro 1). Para a realização deste trabalho foram usados três tratamentos (T), que corresponde à ausência de adubação (T11), uma adubação intermediária (T5), e uma máxima (T9).

Quadro 1. Combinação das doses (kg ha⁻¹) de N e K (K₂O) segundo a matriz Plan Puebla III

Tratamento	N	K
11	0	0
5	50	40
9	70	76

As parcelas foram constituídas de sete linhas de 10 m de comprimento, espaçadas de 1,0 m (70 m² por parcela), com as avaliações realizadas nas cinco linhas centrais, dispensando-se as cinco primeiras plantas das bordas (área útil de 40 m²) (Figura 1).

O plantio do milho híbrido (AG 1051) foi manual, utilizando-se espaçamento entre fileiras de 1,0 m e 0,2 m entre covas, colocando-se, em cada cova, duas sementes a uma profundidade de 3 a 4 cm (10 sementes por metro linear). Vinte dias após o plantio foi realizado o desbaste deixando-se uma planta por cova (população de 50.000 plantas por hectare)

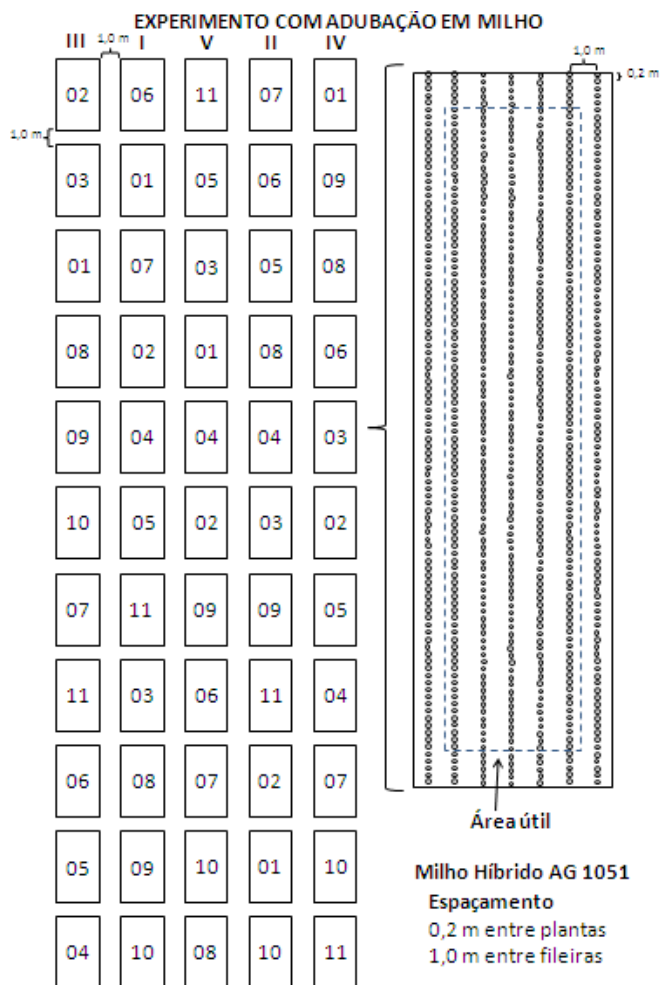


Figura 1. Representação esquemática da distribuição dos tratamentos na área experimental.

O potássio e o fósforo foram aplicados todos em fundação (aproximadamente 10 cm de profundidade), juntamente com 30% do nitrogênio. O restante do nitrogênio foi aplicado em cobertura aos 40 dias após o plantio, ao lado da linha, sem incorporação.

3.3 Amostragens laboratoriais

A amostra utilizada para a obtenção da curva cinética de glicose e amido foi composta por grãos de milho verde retirados de 5 espigas colhidas aleatoriamente nas primeiras horas da manhã de cada tratamento, o T11 (0 kg de N e 0 kg de K), o T5 (50 kg de N e 40 kg de K) e o T9 (70 kg de N e 76 kg de K). As espigas foram acondicionadas em sacos plásticos com identificação correspondente ao tratamento de origem e conduzidas ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários (LTPA) do Departamento de Solos e Engenharia

Rural do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFPB. No LTPA as espigas foram despalhadas e os grãos retirados por corte com faca de aço inoxidável. As amostras foram trituradas e homogeneizadas em liquidificador doméstico, constituindo assim o material que foi submetido às determinações de umidade, glicose e amido.

3.4 Umidade

O percentual de umidade foi determinado através de perda de peso devido secagem direta em estufa a 105° seguindo as recomendações metodológicas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.5 Glicose

Para determinação do teor de glicose foi utilizada a metodologia de Lane Eynon (1954). Pesou-se 5g da amostra em Erlenmeyer de 250 mL. Adicionou-se 50ml de água aquecida a 80°C e 1g de carbonato de sódio anidro. Transferiu-se a mostra para uma proveta e completou-se o volume para 100ml com água destilada. Filtrou-se a amostra e transferiu-se para uma bureta de 25 mL. Colocou-se num balão de fundo chato de 250 mL, com pipetas de 10 mL, cada uma das soluções de Fehling A e B, adicionando 40 mL de água. Foi aquecido até ebulição e adicionado às gotas, a solução da bureta sobre a solução do balão em ebulição, agitando sempre, até que esta solução passa-se de azul a vermelho. Os percentuais foram anotados e calculados utilizando a seguinte fórmula:

$$Glicose (\%) = \frac{100 \times A \times a}{P \times V}$$

Onde:

A= n° de mL da solução de P g da amostra

a= n° de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling

P= massa da amostra em g

V= n° de mL da solução da amostra gasto na titulação

3.6 Amido

Para determinação do teor de amido foi utilizada a metodologia de Lane Eynon (1954). Pesou-se 10g da amostra de milho homogeneizada, em Erlenmeyer de 250 mL. Adicionou-se 75mL de água destilada e posteriormente, numa capela, adicionou-se 10mL de ácido clorídrico concentrado (P.A), tampou-se o Erlenmeyer com papel alumínio e aqueceu-se por 20 minutos. Resfriou-se e neutralizou-se com hidróxido de sódio a 40%, usando papel indicador de pH. Os percentuais foram anotados e calculados utilizando a seguinte fórmula:

$$Amido (\%) = \frac{\frac{F_c}{2} \times 250 \times 100 \times 0,90}{V \times P}$$

Onde:

Fc = Fator de correção da Solução de Fehling

V = Volume da amostra (mL) gastos na titulação.

P = Peso (g) da amostra

0,90 = Fator de conversão de glicose em amido

250 = Volume inicial (mL) de diluição da amostra

3.7 Análise estatística

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), e os resultados submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Umidade

Na tabela 1 estão expostos os valores médios dos percentuais de umidade registrados nos grãos de milho verde ao longo dos 128 dias de cultivo. Nos tratamentos avaliados a umidade no momento da colheita variou de 91,31 a 26,52%, o que revela grande redução da umidade no grão dentro do tempo avaliado (64,79%), o que foi confirmado pelas

diferenças estatísticas (tabela 1). De acordo com Pereira Filho (2003), a colheita de milho verde deve ser realizada quando os grãos contêm umidade entre 70 e 80%.

A água é o constituinte presente em maior quantidade nas hortalças e grãos de milho verdes ou imaturos, são assim considerados em virtude do tempo de sua permanência no campo até o momento da colheita, que é de aproximadamente 90 dias no verão e de 100 dias no inverno. Participa como diluente de vários constituintes alimentícios influenciando no valor nutricional e comercial dos produtos, por interferir também no peso dos mesmos. Também participa de várias reações metabólicas sendo liberada com o tempo, através dos processos de transpiração e evaporação, levando a perda de massa nos produtos frescos (KADER, 1992; LESTER & BRUTON, 1986).

A perda de umidade também vai influenciar na aparência dos produtos vegetais, na perda de suculência e no frescor, causando mudanças na textura que serão refletidos na perda de maciez ou aumento da rigidez que poderão ser detectadas pelo paladar, além de perdas do “flavor” dos frutos. A perda de umidade também leva a uma concentração da massa seca dos grãos, no aumento dos demais constituintes químicos ao longo do amadurecimento (KADER, 2002; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Tabela 1. Valores médios dos teores de umidade (%) de grãos de milho híbrido (AG 1051) cultivado sob diferentes doses de N e K.

COLETAS	TRATAMENTOS		
	11	5	9
1 ^a	91,3 a A	91,31 a A	91,2 a A
2 ^a	79,31 a B	62,66 b B	77,35 a B
3 ^a	53,62 a C	41,49 c C	46,19 b C
4 ^a	37 a D	26,52 c D	30,94 b D
Média	65,30	55,49	61,42

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para os genótipos de milho verde, é especialmente importante atentar-se para a umidade ideal, pois nesta fase os grãos ainda permanecem em estágio leitoso, o que por sua vez permite o consumo como milho verde, isto é, os grãos apresentam-se macios e os açúcares não foram totalmente convertidos a amido (Courter *et al.*, 1988).

O decréscimo da umidade em função do tempo ocorreu em forma linear e foi influenciada pela adubação nitrogenada e potássica recebida, como está demonstrado na figura 2. Almeida et al. (2006) avaliando a cinética de secagem em frutos de acerola, em um secador de leito fixo com temperatura de 50, 60 e 70 °C e velocidade do ar de secagem de 1,0 e 1,5 m s⁻¹, verificaram que a temperatura foi o fator que apresentou maior influência no processo. Gouveia et al. (2003) também observaram que a temperatura é fortemente influenciável na cinética de secagem de cajá.

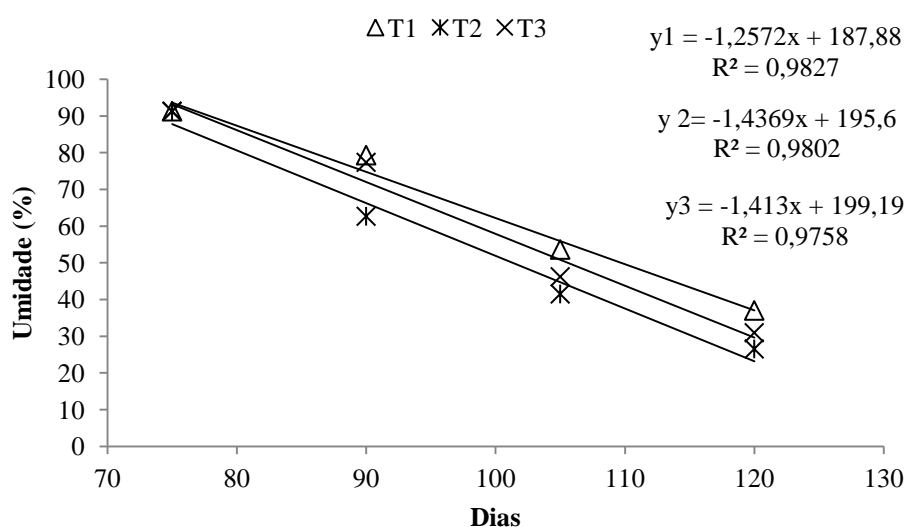


Figura 2. Variação dos teores de umidade (%) em milho híbrido (AG1051), cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio.

A redução da umidade caracterizando o avanço na maturação pode reduzir a qualidade pós-colheita do grão verde devido as reações de transformações de açúcares em amido. Por outro lado, esses percentuais de amido favorecem a agroindustrialização do milho verde sendo utilizado como matéria prima para elaboração da pamonha e canjica devido à propriedade de gelatinização do amido responsável pela formação da pasta ou gel (LIMA, 2014).

O milho é um grão que tem sofrido manipulações na sua composição química de modo que nos dias atuais não tem sido mais estudado como uma commodity, visto que, essas mudanças influenciam propriedades físicas (formato, vitreosidade, dureza e cor).

4.2 Glicose

Na tabela 2 e na figura 3, estão apresentados os percentuais de glicose encontrados nos grãos de milho verde, bem como suas variações ao longo do tempo de avaliação sob a influência da adubação nitrogenada e potássica aplicada (T5 e T9), como também da ausência da adubação T11.

Foi registrado um leve aumento no teor de glicose aos 85 dias de cultivo apenas nos grãos que receberam adubação, porém, ao longo do tempo seguiu-se o comportamento de redução desse constituinte, independente do tratamento recebido. Esse leve aumento pode ter sido acarretado pelo efeito do potássio que é um elemento essencial para a síntese de carboidratos na planta.

Tabela 2. Valores médios dos teores de glicose (%) de grãos de milho híbrido (AG 1051) cultivado sob diferentes doses de N e K.

COLETAS	TRATAMENTOS		
	11	5	9
1 ^a	3,88 a A	2,65 a A	3,06 a A
2 ^a	2,80 a AB	3,07 a A	3,10 a A
3 ^a	1,79 a B	1,96 a A	2,14 a A
4 ^a	0 a C	0 a B	0 a B
Média	2,11	1,92	2,07

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

No estudo de Grioliet et. al. (2010) foi avaliado o efeito de diferentes doses de K_2O sob a cultura do milho cultivado no município de Chapadão do Sul – MS. Verificaram aumento de até 160 sacas $há^{-1}$ com a dose de 80 Kg $há^{-1}$ de K_2O , sendo essa considerada como a dose econômica recomendada. Concluíram também que o potássio além de influenciar no fator produção, também influenciou no teor de açúcares redutores desta cultura, a partir de análises desses constituintes apontando a aplicação entre 76 e 80 Kg $há^{-1}$ de K_2O como a ideal para a maior produção, como também para melhor qualidade do grão no que diz respeito as características de sabor. A adubação potássica também propiciou aumento no teor de sólidos solúveis totais em tomate e pimentão como observado por DESWAL e PATIL (1984) e NANNETTI (2001) respectivamente, devido ao importante papel que esse nutriente desempenha na translocação de fotossintatos e na ativação de diversas enzimas.

Pelo exposto na tabela 2, observa-se que houve uma diminuição linear dos teores de glicose ao longo do tempo (figura 3), chegando-se a 0,00% desse componente químico. Essa ausência pode significar a conversão da glicose do grão em amido. Os resultados apontam que a colheita do milho aos 72 dias de cultivo para o T11 é o ideal quando se quer obter milho verde, pois foi o período em que os grãos apresentaram seu maior índice de glicose. Enquanto que para os tratamentos T5 e T9, o tempo de colheita ideal foi aos 85 dias de cultivo, quando obteve-se 3,07 e 3,10% de glicose, respectivamente.

Os açúcares são responsáveis pelo sabor doce dos grãos de milho que justificam a sua doçura. Estes constituintes influenciam diretamente na formação do sabor o que constitui um dos atributos internos de maior importância para definição de sua qualidade. O aspecto doçura é bastante valorizado quando se trata de frutos e também de milho verde (OLIVEIRA, 2007).

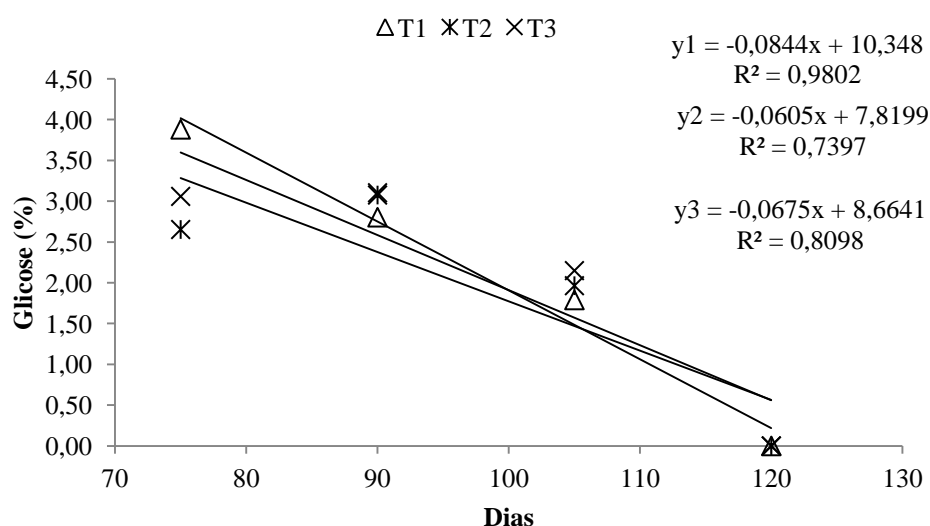


Figura 3. Variação dos teores de glicose (%) em milho híbrido (AG1051), cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio.

Os carboidratos são os constituintes bioquímicos mais abundantes nos vegetais, chegando a representar 50 a 80% do peso seco total destes. Eles são importantes fontes de energia e compõem a parte estrutural das células (KAYS, 1991). Tsai et al. (1970) avaliaram a variação dos carboidratos totais no milho entre 8 e 28 dias após a polinização e observaram predominância de açúcares redutores entre 8 e 10 dias, chegando a pouco mais de 1% ao final do período de avaliação.

4.3 Amido

Estão apresentados na tabela 3 os resultados das variações ao longo do tempo, dos percentuais de amido encontrados nos grãos do milho híbrido AG 1051, com e sem a influência da adubação nitrogenada e potássica aplicada. O menor teor de amido encontrado nos grãos dentro do tempo de avaliação foi no T9 1,33%, enquanto o maior teor foi no T5 de 71,90%, portanto, pode-se observar que onde houve a maior conversão do constituinte do grão de milho em amido ocorreu no T5, implica dizer que a adubação utilizada nesse tratamento foi a mais eficiente nesta conversão. CANIATO et. Al. (2007), avaliando o teor de amido de diferentes cultivares de milho encontraram na cultivar AG 1051 teores médios de amido de 17,55 mg/g. No milho-verde, o avanço da maturação e as reações metabólicas ocorridas após a colheita fazem com que a maior parte dos açúcares livres seja convertida em amido (KAYS, 1991; ROMERO et al., 1999).

Tabela 3. Valores médios dos teores de amido (%) de grãos de milho híbrido (AG 1051) cultivado sob diferentes doses de N e K.

COLETAS	TRATAMENTOS		
	11	5	9
1	2,90 a D	3,05 a C	1,33 a C
2	11,83 b C	23,93 a B	21,29 a B
3	25,27 a B	31,80 a B	27,54 a B
4	59,50 b A	71,90 a A	44,04 c A
Média	24,87	32,67	23,55

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Pode-se observar que houve um aumento linear dos teores de amido em todos os tratamentos dentro do tempo de avaliação (figura 4). Vale ressaltar que a deposição de amido aumenta com a evolução da maturação, de forma que as reações de transformações de açúcares pudessem ser observadas. Sendo assim, este deve ser indicado para o preparo de pratos típicos como curau, mingau e pamonha, dada à necessidade de amido para a sua execução.

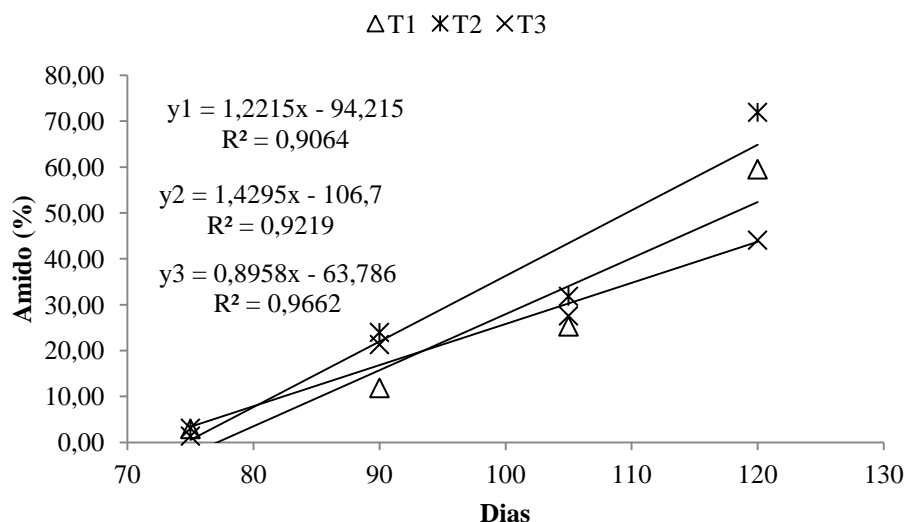


Figura 4. Variação dos teores de amido (%) em milho híbrido (AG1051), cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio.

No milho há uma relação entre umidade, açúcares redutores, sacarose, amido e peso seco total durante o desenvolvimento do grão, isto é, a umidade decresce continuamente, enquanto o amido aumenta. Observações semelhantes foram verificadas por Creech (1965) que obteve correlações negativas entre o teor de açúcares totais, açúcares redutores e sacarose com a matéria seca e o amido, indicando que os açúcares são precursores do amido. No milho normal, Creech (1968) descreve que os açúcares totais aumentam até o 15º dia após a polinização e diminuem durante o amadurecimento; os açúcares redutores estão presentes em maior quantidade nos primeiros estágios de maturação, diminuindo com o amadurecimento.

Avaliando genótipos de milho doce, Evensen & Boyer (1986) observaram teores de amido variando entre 43,7 e 81 mg/gMF, em espigas colhidas com umidade variando entre 75 e 80% . Dessa forma, é desejável que a colheita seja realizada quando grande parte do amido não tenha sido acumulada, pois o sabor adocicado característico do produto fresco se deve à presença de açúcares livres nos grãos. Desta maneira, quanto menor a concentração de amido, maior a palatabilidade do produto, porém a proporção ideal entre açúcares e amido depende basicamente do tipo de preparação a que as espigas se destinam (MATOS et al., 2000; PARENTONI et al., 1990).

5. CONCLUSÕES

- A cinética da conversão de glicose em amido no milho verde AG 1051 não foi influenciada pela adubação nitrogenada e potássica;
- Pelos dados trabalhados, o melhor período para colheita do milho verde foi no entorno dos 72 dias quando cultivados sem adubação;
- Recomenda-se a colheita do milho verde da variedade AG 1051 cultivado sob adubação nitrogenada e potássica em torno dos 85 dias de cultivo;
- O estudo da cinética da conversão de glicose em amido no milho verde AG 1051 demonstrou total conversão da glicose (açúcar redutor) em amido, ao longo dos 128 dias de cultivo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. DE A. C.; GOUVEIA, J.P.G. DE.; SILVA, F.L.H. **Avaliação da cinética de secagem em frutos de acerola**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.6, n.1, p.145–151, 2006.
- ALVAREZ V., V. H. **Avaliação da fertilidade do solo (Superfície de resposta - Modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta)**. Viçosa, MG, UFV, 1985. 75p.
- AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; J. C. **Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, p. 467-473, 2005
- ANDREOTTI, M.; RODRIGUES, J. D.; CRUSCIOL, C. A. C.; SOUZA, E. C. A.; BÜLL, L. T. **Crescimento do milho em função da saturação por bases e da adubação potássica**. Scientia Agricola, v.58, n.1, p.145-150, jan./mar. 2001.
- BANKS, W.; GREENWOOD C. T. **Amido e seus componentes**. Edimburgo University Press, Edimburgo, Inglaterra, 342 pp, 1975.

BOTTINI, P.R.; TSUNECHIRO, A.; COSTA, F. A.G. da. **Viabilidade da produção de milho verde na “safrinha”**. São Paulo, v.25, n.3, p.49-53, 1995.

BROWN, Theodore L., H Eugene LeMay, Jr., Bruce E. Bursten. **Química, a ciência central**. 9 ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. P. 483-519.

CANIATO, F. F.; GALVÃO, J. C. C.; FINGER, F. L.; PUIATTI, M.; OLIVEIRAS, D. A.; FERREIRA, J. L. **Quantificação de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido nos grãos verdes de cultivares de milho na colheita**. Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 6, p.1893-1896. 2007.

CARVALHO, H. W. L. et al. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.6, p.1115-1123, 2010.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

CHRISTOFIDIS, D. **Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos**. Irrigação e tecnologia moderna, Brasília: ABID, n.54, p. 46-55, 2002.

COELHO AM, WAQUIL JM, KARAM D, CASELA CR & RIBAS PM. **Seja o doutor do seu sorgo**. Piracicaba, Potafos. p.1-24. 2002. (Comunicado Técnico, 100).

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Nutrição e adubação do milho**. Brasília, DF: Embrapa/CNPMS, 2009.

COURTER JW; RHODES AM; GARWOOD DL; MOSELY PR. **Classification of vegetables corns**. HortScience 23: 449- 450, 1988.

CREECH, R. G. **Carbohydrate synthesis in maize**. Advances in Agronomy, San Diego, v. 20, p. 275- 289, 1968.

CREECH, R. G. **Genetic control of carbohydrate synthesis in maize endosperm**. Genetics, v. 52, n. 4, p. 1175-1185, Dec. 1965.

CRUZ, J. C.; KONZEN, E.A.; FILHO, I. A. P.; MARRIEL, I.E.; CRUZ, E.; DUARTE, J.O.; OLIVEIRA, M.F.; ALVARENGA, R.C. **Produção de milho orgânico na agricultura Familiar**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 17p. (Embrapa-CNPMS, Comunicado Técnico, 81), 2006.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Manejo e tratos culturais. In: PEREIRA FILHO I. A. (Eds.). **O cultivo do milho-verde**. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica. p. 31- 44, 2006.

DESWAL, I. S.; PATIL, V. K.; **Effects of N, P and K on the fruit of water melon**. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, [S.l.], v. 9, n. 3, p. 308-309, 1984.

DUARTE, AP. **Milho safrinha: situação atual e perspectivas**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25, Cuiabá, 2004a. Palestras. Sete Lagoas, ABMS, Embrapa Milho e Sorgo. 21 p.

EVENSEN, K. B.; BOYER, C. D. **Carbohydrate composition and sensory quality of fresh and stored sweet corn**. Journal American Society for Horticultural Science, Mount Vernon, v. 111, n.5, p. 734-738, 1986.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, p. 360, 2000.

FILHO, A. F. de L.; SILVA, J. S.; REZENDER, R. C. Estruturas para Armazenagem de Grãos. In: Silva, J.S., **Secagem e armazenagem de Produtos Agrícolas**. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil, p.107-138, 2011.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.

GALLIARD, T. E BOWLER, P. **Morfologia e composição de amido**. Em: T. Galliard. Propriedades do amido e potencial, Chichester: Wiley. pp. 55-78, 1987.

GERAGE, A. C. SHIOGA, P. S. **Avaliação estadual de cultivares de milho Safrinha - 1988**. Londrina: IAPAR, 1998. 27p. (IAPAR. Informe da Pesquisa, 130).

GONÇALVES, B. T. **Cultivares de milho a diferentes populações de plantas e épocas de semeadura em Vitória da Conquista –BA**. Tânia Gonçalves Barbosa , 2012.

GOUVEIA, J.P.G.; ALMEIDA, F.A.C.; FARIAS, E.S.; SILVA, M.M.; CHAVES,M.C.V.; REIS, L.S. **Determinação das curvas de secagem em frutos de cajá**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. v.especial, n.1, p.65-68, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Intituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

KADER, A. A. **Standardization and inspection of fresh fruits and vegetables**. In: KADER, A.A. Postharvest technology of horticultural crops. California: University of California, 1992, p. 191-200.

KAYS, E. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: VanNostrand Reinhold, 1991. 532 p.

KUNTZ, R. P. **Produtividade do milho em função do arranjo e da população de plantas no sistema de plantio direto na palha**. 2005, 115p. Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2005.

LESTER, G. E.; BRUTON, B. D. **Relationship of netted muskmelon fruit water loss to postharvest storage life**. Journal of American Horticultural Science. Alexandria, v. 111, n. 1, p. 727- 731, 1986.

LIMA, B. J. S. **Comportamento dos teores de sólidos solúveis, amido e carotenoides totais em grãos de milho verde cultivado sob adubação nitrogenada e potássica**. Areia: CCA/UFPB, 2014.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, p.10, 2006.

MATOS, M. J. L. F.; TAVARES, S. A.; SANTOS, F. F.; MELO, M. F.; LANA, M. M.; **Milho verde**. Correio Brasiliense. Brasília. 8 de abril de 2000. Suplemento Especial.

NEUMANN, M.; SNDINI, I.E.; LUSTOSA, S.B.C.; OST, P.R.; ROMANO, M.A.; FALBO, M.K.; PANSERA, E.R. **Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.4, p.418-427, 2005.

OLIVEIRA, Lucas Rebello de et al. **Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações.** Prod., São Paulo, v. 22, n. 1, p. 70-82, 2012.

OLIVEIRA, M. R.T. **Fisiologia e conservação de melões pele de sapo e charentais íntegros e minimamente processados.** Areia: CCA/UFPB, 2007. 226 fls (Tese de Doutorado em agronomia)

PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; BOAS, G. L. V. **Milho doce.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, p. 17-22, 1990.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa, [s.n.], 2009. p. 429-485.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; GAMA, E. E. G. Cultivares para consumo verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O Cultivo do milho-verde.** Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2003. p. 17-30.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; GAMA, E. E. G. Cultivares para consumo verde. **In: O Cultivo do milho-verde.** Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, p.17-30, 2013.

PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M.; REZENDE, A.M. **Entraves da comercialização à competitividade do milho brasileiro.** Revista Paranaense de Desenvolvimento, n.104, p.23-40, 2003.

ROMERO, J.; PERATA, P.; AKAZAWA, T. **Sucrose-starch Conversion in Heterotrophic Tissues Plants.** Critical Reviews in Plant Science, Boca Raton, v. 18, n. 4, p. 489-525, 1999.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**, vol. 2. 2 ed. – São Paulo: Pearson Makron Books, 1994. P. 623-670.

SANTOS, C. A. F, Senalik D & Simon PW. **Path analysis suggests phytoeneaccumulation is the key step limiting the carotenoidpathway in white carrot roots**. Geneticsand Molecular Biology, 28:287-293, 2005.

STIPP, S.R. & YAMADA, T. **Nutrição e Adubação do milho**. Informações Agronômicas, v.14, n.43, p.3-6, dez.1988.

TAKASU, A. T. et al. **Produtividade da Cultura do Milho em Resposta a Adubação Potássica**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo. v.13, n.2, p. 154-161, 2012.

TSAI, C. Y.; SALAMINI, F.; NELSON, O. E. **Enzymes of carbohydrate metabolism in developing endosperm of maize**. Plant Physiology, Bethesda, v. 46, p. 299-336, 1970.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S. ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. **Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 41, n. 2, p. 254-263, abr./jun. 2011.

VIEIRA, C. P. **Resposta agronômica do milho à adubação nitrogenada e potássica em sistema de plantio direto**. Caique Palacio Vieira. - Areia: UFPB/CCA, 2017.

ZHANG, F.; MACKENZIE, A.F.; SMITH, D.L. **Corn yield and shifts among quality constituents fallowing application of different nitrogen fertilizer sources at several times during corn development**. Journal of Plant Nutrition, New York, v.16, n.7, p.1317-1337, 1994.